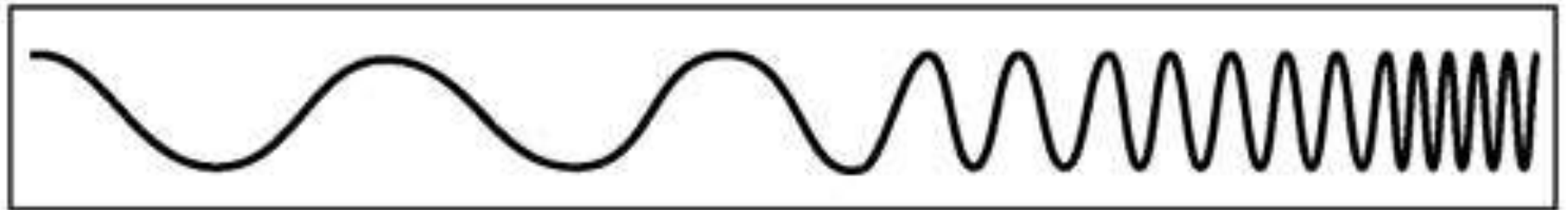
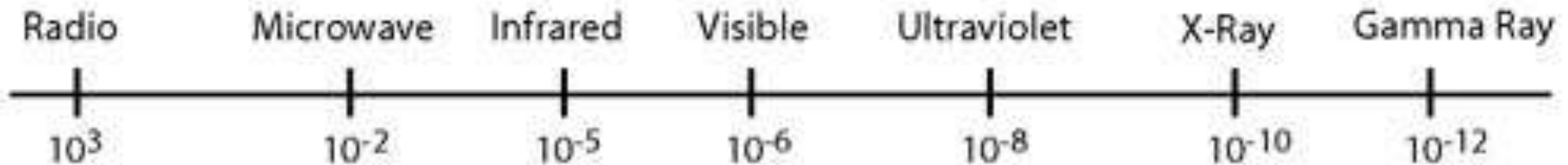


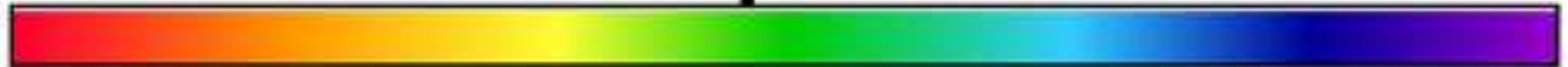
Elektromagnetické záření

THE ELECTRO MAGNETIC SPECTRUM

Wavelength
(metres)



Frequency
(Hz)



Elektromagnetické záření

- Jiný název pro elmag. vlnění
- Rozlišujeme tyto druhy elmag. záření:
 - Radiové vlny
 - Mikrovlny
 - Infračervené
 - Světlo
 - Ultrafialové
 - Rentgenové
 - Záření gama (γ)

Rádiové vlny

- Do 3 GHz
- Přenos informací
 - Rádio a TV (analogové i digitální)
- Nízké frekvence, u určitých frekvencí dochází k odrazu od atmosféry – vlnění se může šířit i mezi kontinenty.
- Radary
- Země vyzařuje více radiových vln než Slunce! (Pokud existují UFOni, určitě o nás vědí)
- Volné frekvence



Mikrovlnné záření

- 3 – 300 GHz
- Ohřev látek, zejména voda
 - Mikrovlnná trouba
 - U vody se projevují silné rezonance na vlnové délce přibližně 12,2 cm (2,45 GHz), čehož se využívá v mikrovlnných troubách. Mikrovlnná trouba nedělá tedy nic jiného, než že ohřívá vodu v potravinách.
 - Vysoušení dřeva, knih
 - Hubení živočichů, obranné zbraně
- WiFi přenos dat (2,4 a 5 GHz)
- Radary
- Díky schopnosti mikrovlnného záření pronikat atmosférou se toto používá pro komunikaci s družicemi, v leteckých, silniční a lodních radiolokátorech, výškoměrech letadel a střel, k otevírání dveří garáží apod.
- Významné je též využití v radioastronomii, neboť v oblasti mikrovln leží záření odpovídající změně spinu atomu vodíku, a vodík je ve Vesmíru nejrozšířenější prvek.

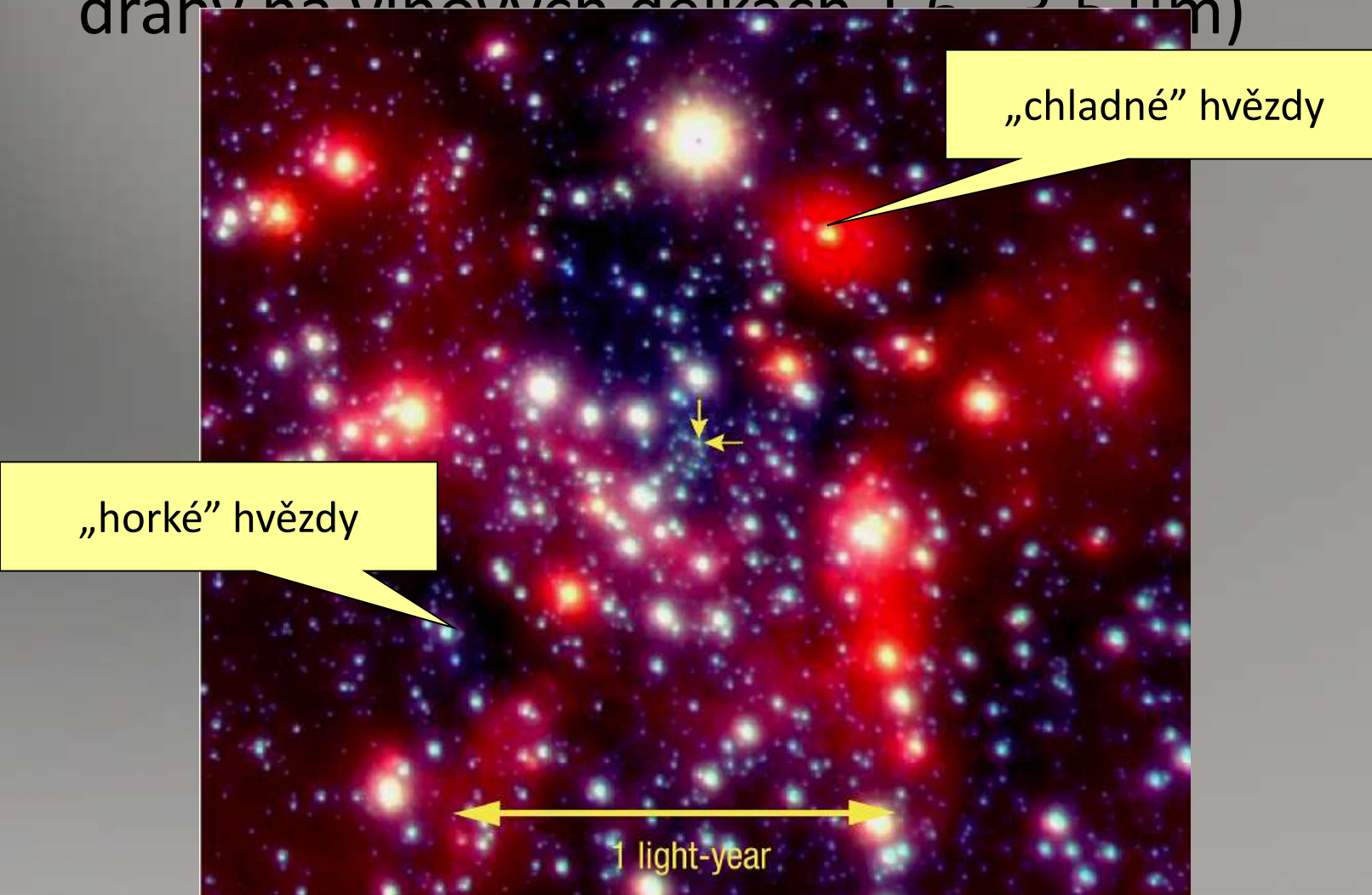
Infračervené záření (IR)



- Elmag. vlnění o vlnových délkách od 1 mm do 760 nm.
- Stejně jako světlo. Neviditelné, ale po dopadu na pokožku vyvolává pocit sálavého tepla.
- Zdroje:
 - Jako složku tepelného záření jej vydává prakticky každé těleso.
 - Na vlnové délce $\lambda = 1 \text{ mm}$ září nejvíce těleso o teplotě 2,9 K
 - Vlnové délce $\lambda = 760 \text{ nm}$ odpovídá teplota asi 3810 K.

Infračervené záření - zdroje

- relativně chladné hvězdy (obr. střed Mléčné dráhy na vlnových délkách $1.6 - 2.5 \mu\text{m}$)

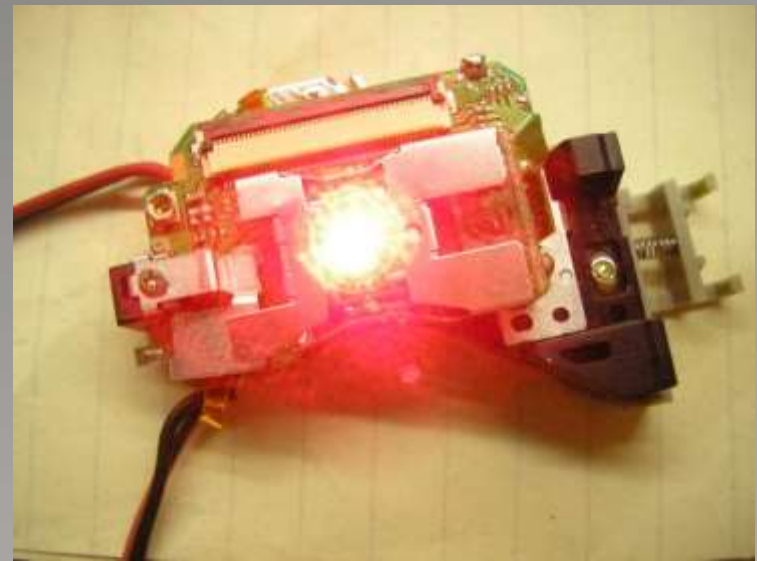


Infračervené záření - zdroje

- Infrazářiče



- infračervené diody a lasery
 - infračervená a červená dioda přibližně o stejném

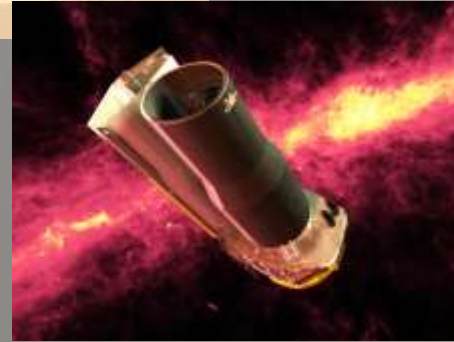


Infračervené záření - využití

- dálkové ovladače



- infračervené teleskopy

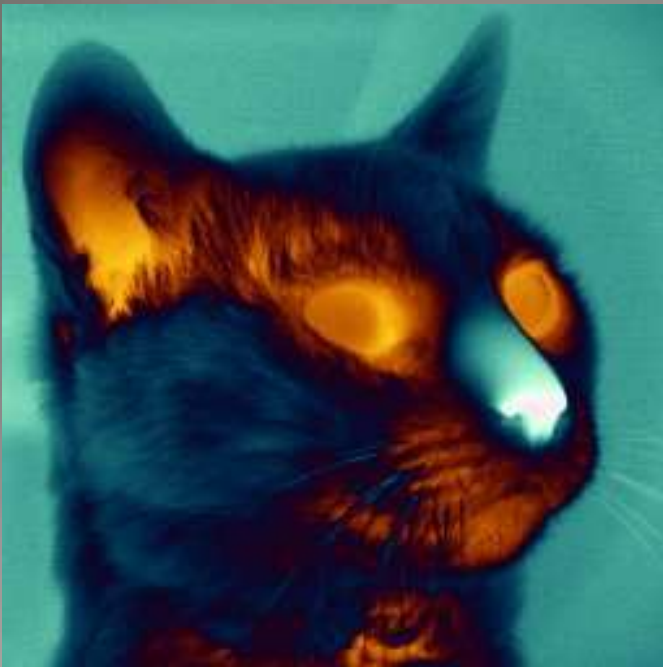


- infračervená fotografie
 - dlouhovlnné IR záření lépe proniká např. mlhou
- Osvětlení při natáčení v noci
- Infračervená kamera (termovize)

Termovize



149.0°F



Infračervené záření - využití

- naváděcí systémy řízených střel



Tak vidí svůj cíl infračerveně naváděná raketa. Všimněte si, že pro IR čidlo rakety jsou nejvýraznější spaliny a jimi rozžhavená tryska i prostor pilota a avioniky. Snížení IR emisí nesnižuje jen efektivitu IR prostředků PVO, ale i IR čidel samonaváděcích raket.



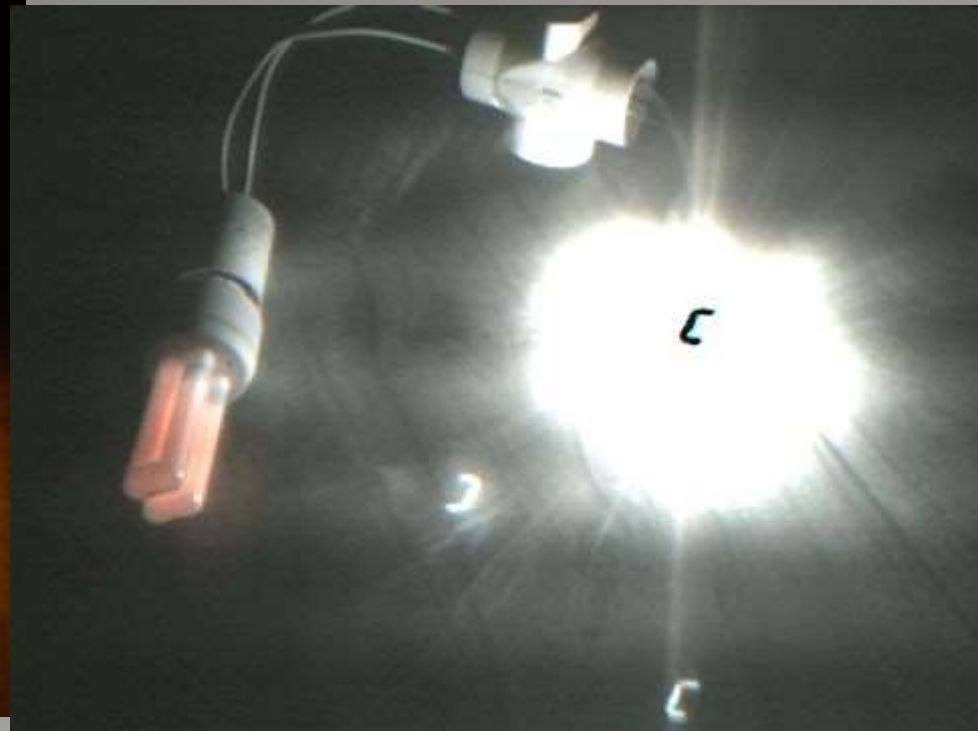
Infračervené záření

- Někteří hadi (krajty, hroznýši, chřestýši) mají senzory schopné zachytit infračervené záření a rozlišit tak místa, jejichž teplota se liší i o 0,2 °C.



Teplo x světlo

- Zatímco ve viditelném světle žárovka a kompaktní zářivka svítí přibližně stejně, v infračervené části elmag. spektra vypadá fotografie úplně jinak.



ultrafialové záření (UV)

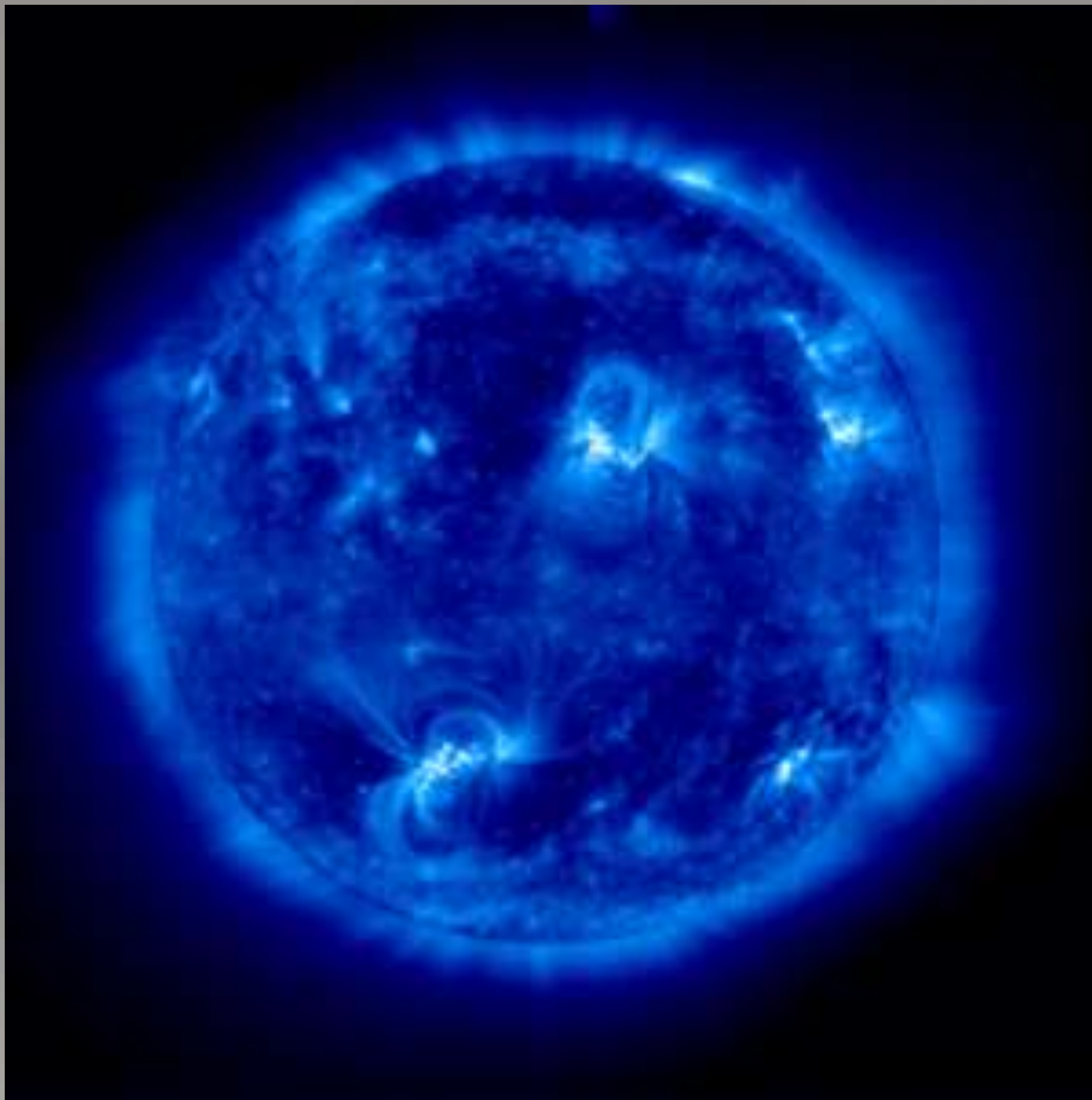
- Neviditelné elmag. vlnění o vlnových délkách od 390 nm do 10 nm (10^{15} - 10^{17} Hz)
- Zdroje UV záření:
 - Všechna tělesa o velmi vysoké teplotě.
 - Např. vlnové délce $\lambda = 390$ nm odpovídá teplota 7430 K, vlnové délce $\lambda = 10$ nm pak již 29 000 K.
 - Výboje

Velmi horké objekty : hvězdy



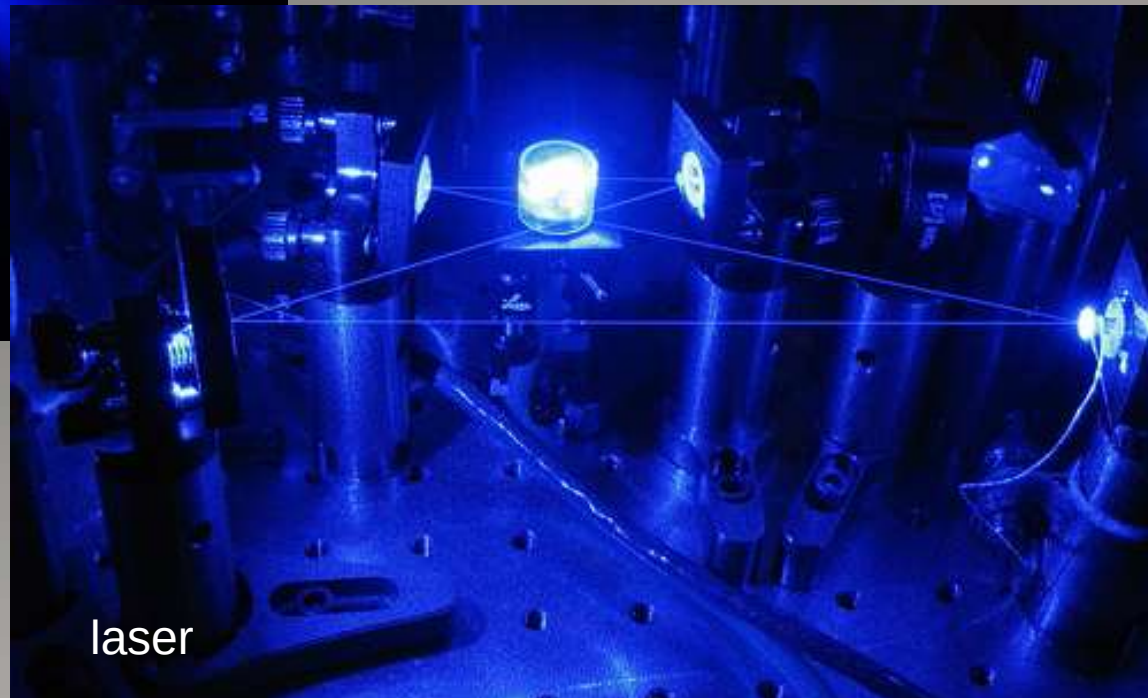
hvězda Rigel ze souhvězdí Orionu o povrchové teplotě 20 000 °C

Slunce



Umělé zdroje

- Ultrafialová (černá) zářivka
- LED diody, ultrafialové lasery



Účinky UV záření

- Světelné
 - Určité materiály (CdSe) po jeho dopadu světélkují.



Účinky UV záření

- Biologické
 - Ničí bakterie, poškozuje buňky kůže a oči, narušuje DNA a způsobuje mutace. Naštěstí není schopno pronikat do větších hloubek.
- Tělo se UV záření brání tvorbou kožního pigmentu – melaninu.
- UV záření vyvolává velmi zhoubné kožní nádory – melanomy



Sněžná slepota



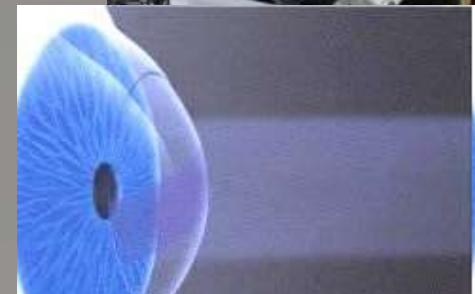
Účinky UV záření

- Na druhou stranu je UV záření potřebné k syntéze vitamínu D, při jehož nedostatku hrozí křivice.



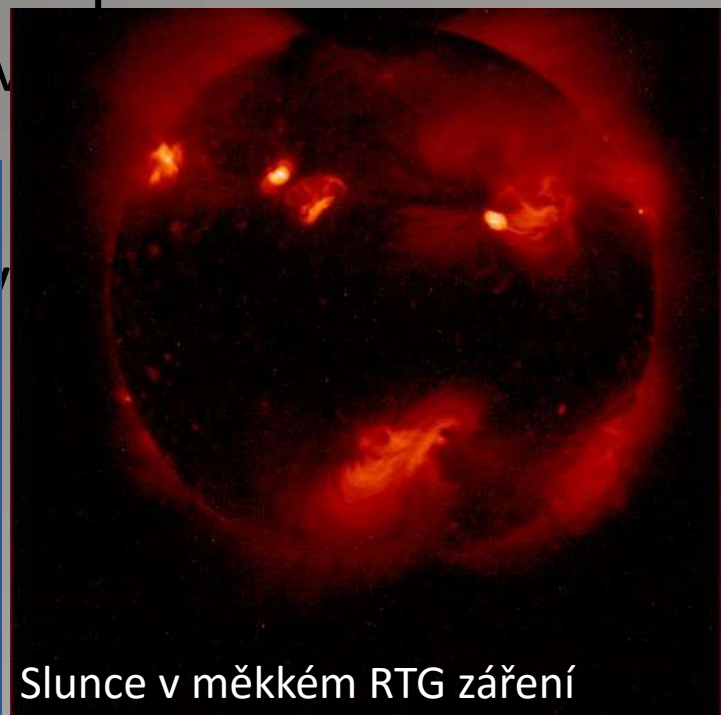
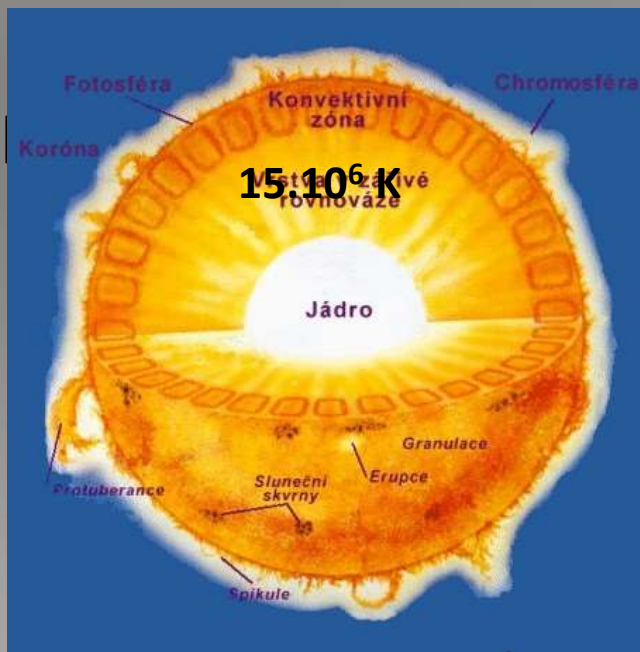
Využití

- dezinfekce vody, zdravotnického materiálu aj.
- ověřování pravosti obrazů atd.
- korekce krátkozrakosti úpravou rohovky ultrafialovým laserem.
- ochranné prvky bankovek brán jejich paděláním



Rentgenové záření (RTG)

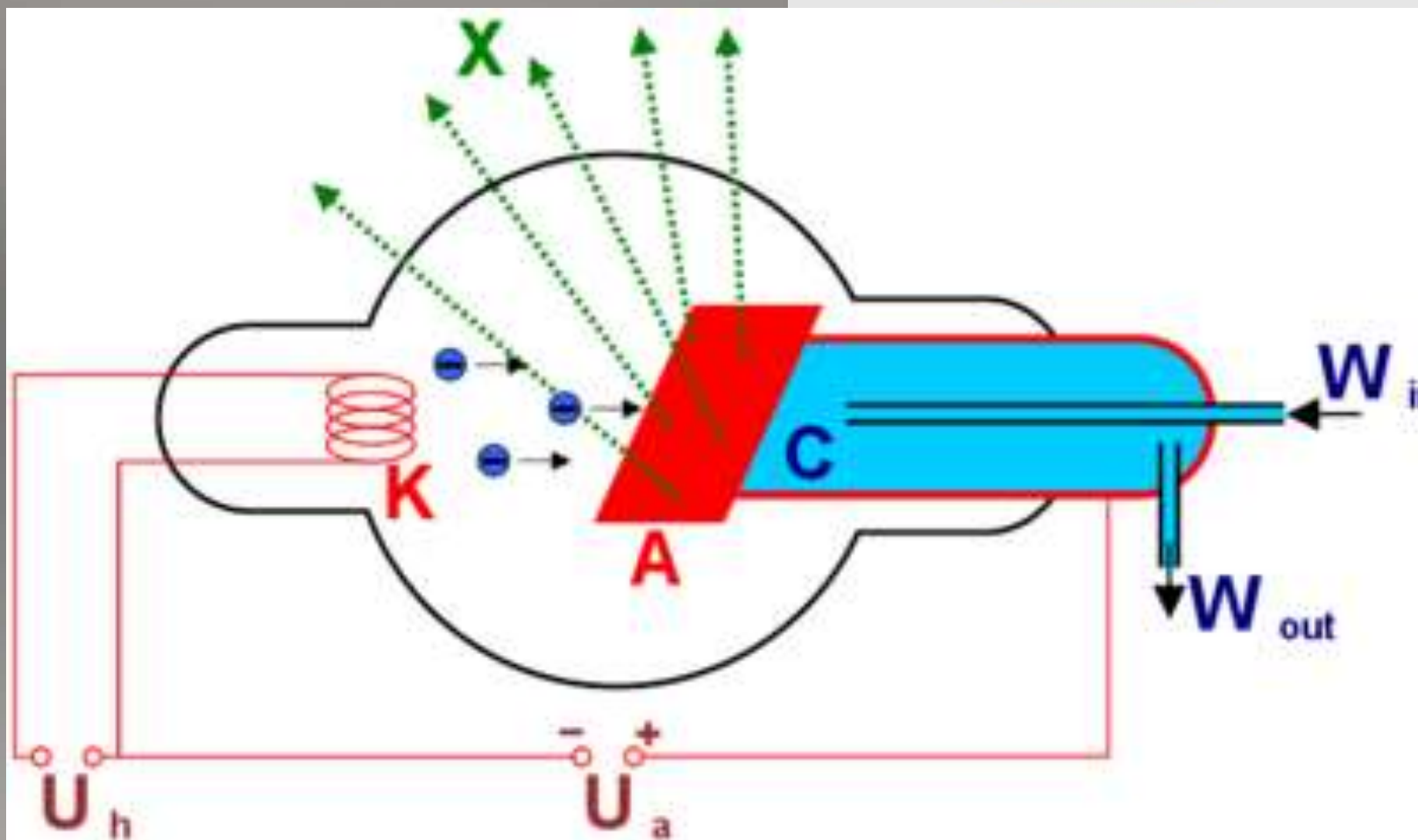
- Elmag. vlnění o vlnových délkách od 10 nm do 100 pm.
- Zdroje RTG záření:
 - Všechna tělesa o extrémně vysoké teplotě.
 - Např. vlnové délce $\lambda = 100 \text{ pm}$ odpovídá teplota $T = 15 \cdot 10^6 \text{ K}$
 - jádra hvězd
 - zahřátý plyn



Slunce v měkkém RTG záření

Rentgenka

- Umělý zdroj RTG - trubice

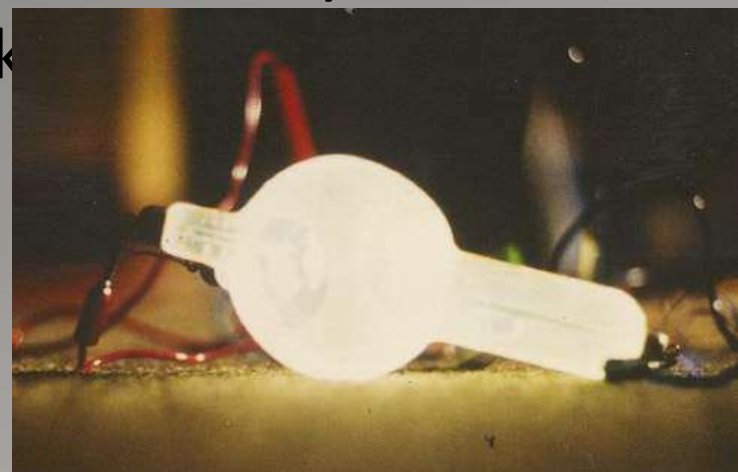


Rentgenka

- Připojíme-li trubici ke zdroji vysokého napětí (cca 10 – 100 kV), dostávají se elektrony vyletující ze žhavené katody (termoemise) do silného elektrického pole mezi katodou a anodou.
- Tímto polem jsou urychleny a velkou rychlostí dopadají na anodu, která je z těžkého kovu (W).
- V materiálu anody jsou zabržděny, přičemž část jejich energie se vyzáří ve formě RTG záření. (Proto také někdy brzdné záření).

Účinky

- Ionizační
 - Štěpí neutrální molekuly vzduchu na ionty.
- Světelné
 - Látky v RTG záření světélkují.
- Biologické
 - Poškozuje a ničí buňky, má mutagenní účinky. Na rozdíl od UV záření již proniká do hloubky.
- Chemické
 - Exponuje fotografické materiály.



Využití RTG záření:

- Lékařství (rentgenologie)
 - RTG záření se pohlcuje v látkách s vysokou relativní atomovou hmotností a hustotou více než v látkách „lehkých“.
 - Proto se kosti nebo zuby obsahující vápník jeví na RTG snímku jako světlé, kdežto okolní tkáň s převahou lehkého uhlíku jako tmavá.
- V průmyslu slouží RTG záření ke zjišťování skrytých vad materiálu (defektoskopie).
- Dále pak rentgenová kontrola zavazadel, automobilů aj.
- zkoumání obrazů
- RTG záření objevil roku 1895 při experimentech s katodovou trubicí ...

RTG snímek



RTG snímek









Obraz v infračerveném záření



V RTG je patrná přemalba.

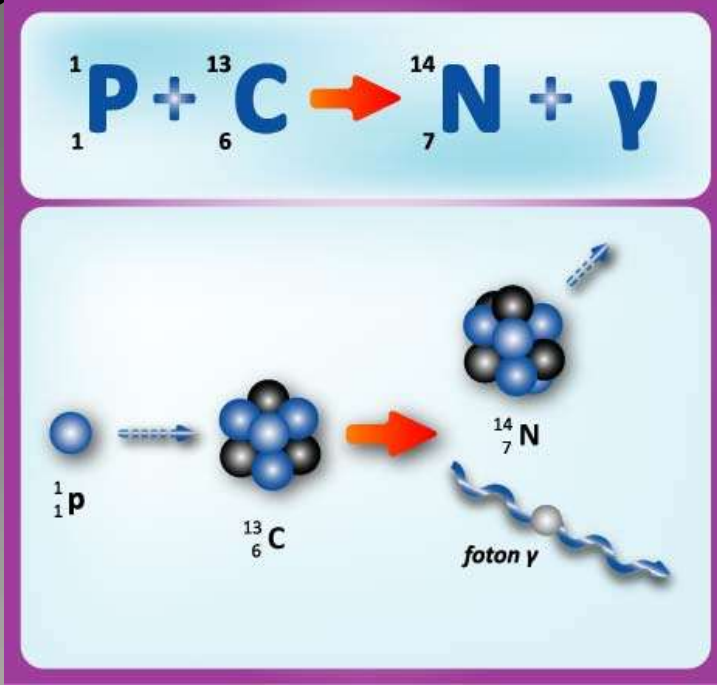
Záření gama (γ)

- Vysoce energetické elmg vlnění o vlnových délkách kratších než 100 pm
- Ve vesmíru lze pozorovat záblesky záření γ , při nichž objekt vyzařuje takovou energii jako celá naše Galaxie.
- Tyto záblesky pravděpodobně vznikají při kolizích



Záření gama (γ)

- Dalším zdrojem záření γ jsou pak jádra atomů při jaderných reakcích a tedy i jaderný výbuch
- Účinky záření γ jsou obdobné jako záření RTG. Z důvodů své vysoké energie má pak obzvláště devastující účinky na buň



Využití záření γ :

- Likvidace dřevokazného hmyzu a plísní, ničení bakterií nejenom při sterilizaci lékařských nástrojů, ale i potravin, zejména masa a zeleniny, aby déle zůstaly čerstvé.
- Přestože může samo způsobovat rakovinu, používá se při její léčbě. Rychle se dělí nádorové buňky



Radioterapie



ELEKTROMAGNETICKÉ ZÁŘENÍ LÁTEK

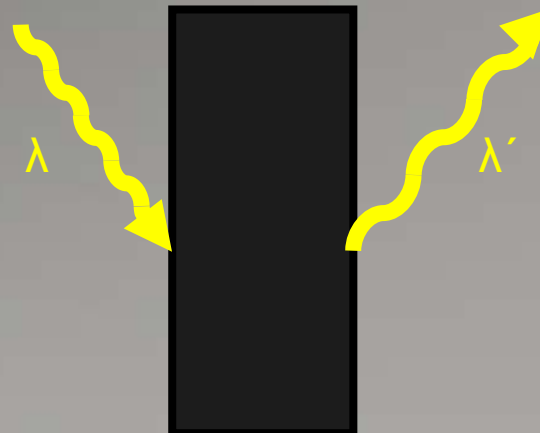
- Elektromagnetické záření vydávají všechna tělesa.
- Chladná vyzařují infračervené záření okem neviditelné, tělesa zahřátá nad 500 °C září viditelně.
- Příčinou vzniku záření je: → přeměna tepelného pohybu částic látky na energii záření (vlákno žárovky)
- S rostoucí teplotou tělesa se vyzařování tepelného záření přesouvá ke kratším vlnovým délkám (k vyšším frekvencím).



Výboj plynu a luminofor (zářivka)



- Luminofor
 - látka, u které se projevuje luminiscence
 - převážně pevné látky s příměsmi vytvářející luminiscenční centra (ZnS, CdS, Ag, Cu, Mn)
- Záření o kratší vlnové délce λ vyvolává v látce určitého složení vznik záření o delší vlnové délce λ' .



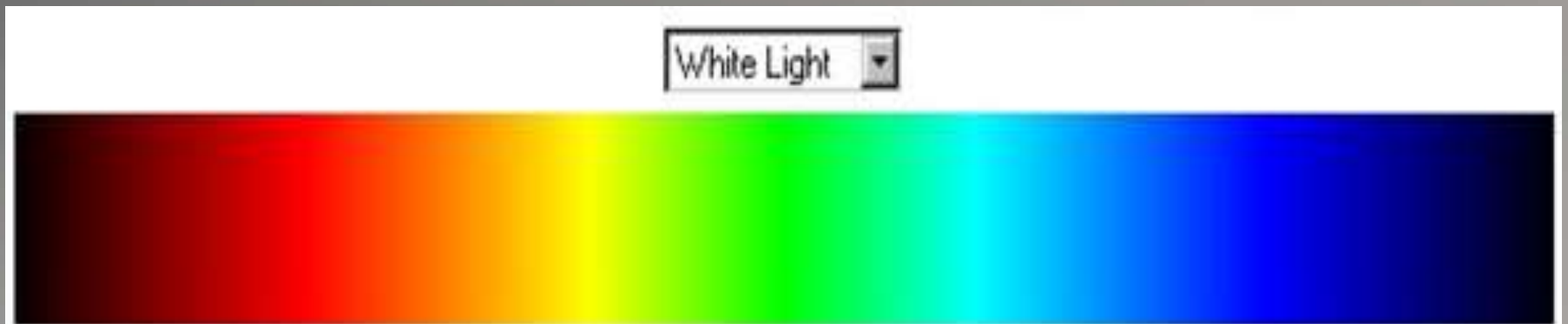
SPEKTRA LÁTEK

- SPEKTRA LÁTEK vznikají buď vyzařováním světla (emisní spektra) nebo pohlcováním světla (absorpční spektra).
- EMISNÍ SPEKTRUM
 - Soubor frekvencí elektromagnetického záření vyzařovaného látkou
- rozdělení emisního spektra:
 - Spojité spektrum
 - Čárové spektrum
 - Pásové spektrum



Spojité spektrum

- obsahuje elektromagnetické vlny všech vlnových délek v určitém intervalu
- zdroj: rozžhavené pevné a kapalně látky (např. vlákno žárovky, roztavené kovy,...)
- obsahuje elektromagnetické vlny všech vlnových délek v určitém intervalu



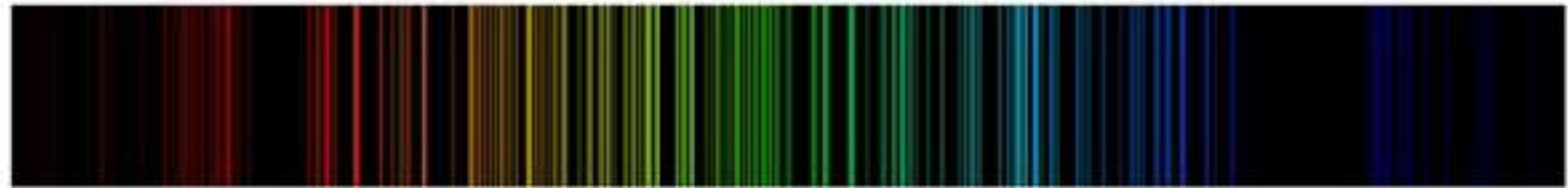
Čárové spektrum

- tvořené úzkými, navzájem oddělenými spektrálními čárami o různé intenzitě
 - zdroj: výboj v plynu za sníženého tlaku, jiskrový výboj
 - [Aplet](#) [Aplet2](#)

emisní spektrum vodíku

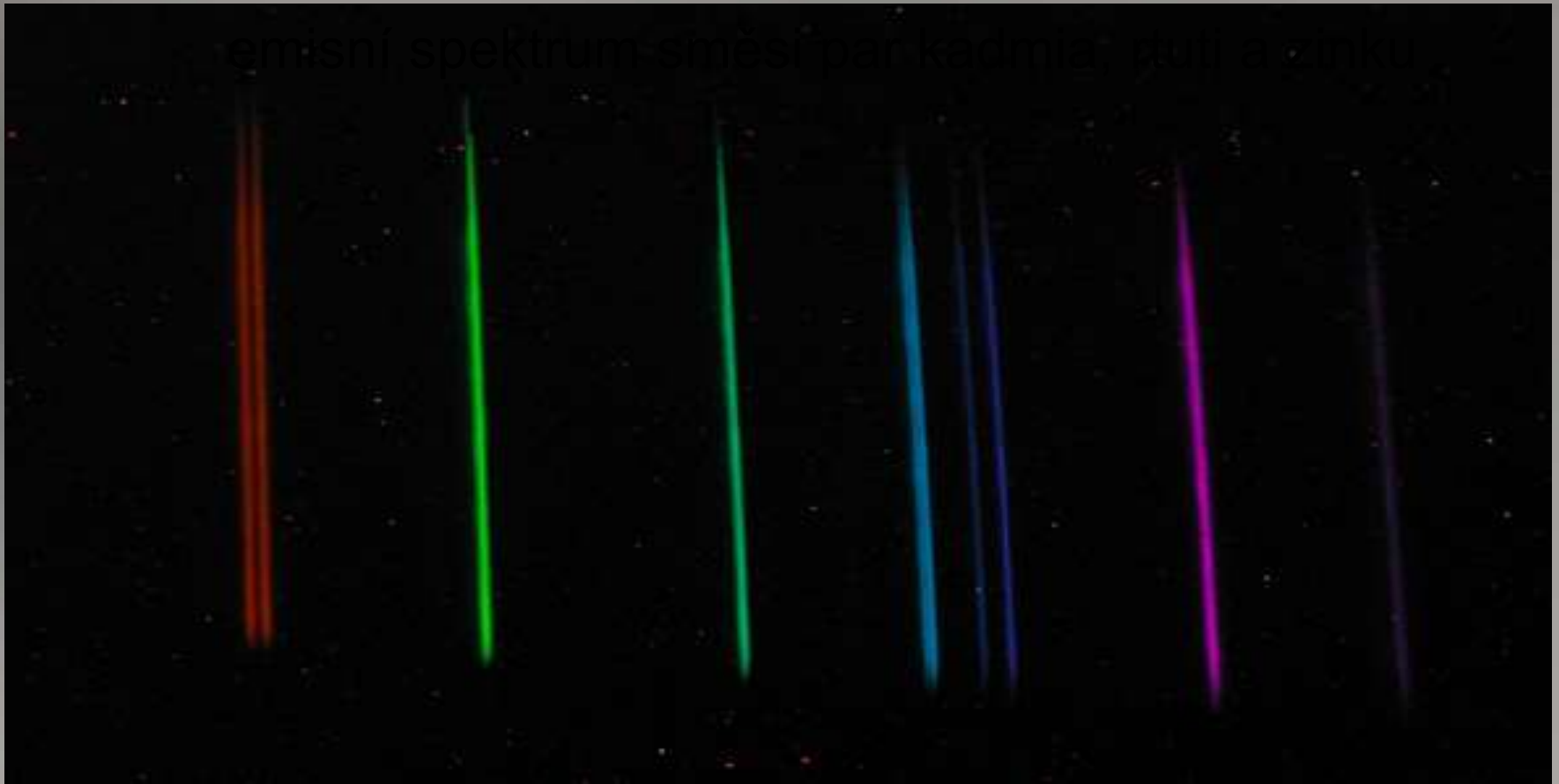


emisní spektrum uhlíku



Pásové spektrum

- tvořené pásy s množstvím spektrálních čar těsné blízkosti, mezi nimiž jsou temné úseky
- zdroj: zářící molekuly látek

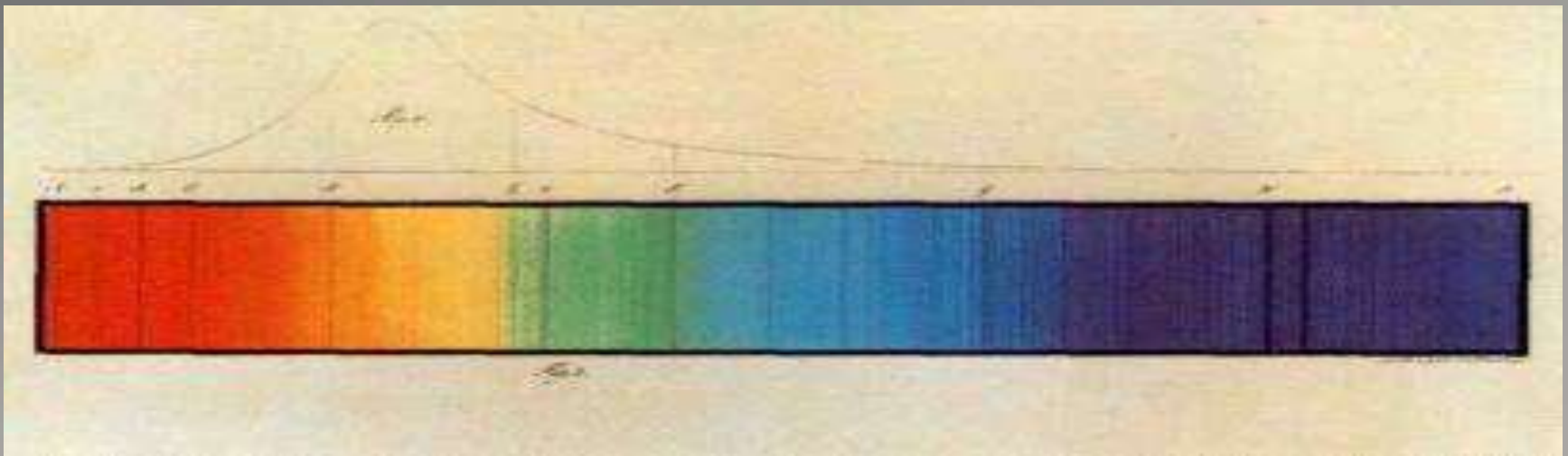


ABSORPČNÍ SPEKTRUM

- Soubor temných čar (pásů ve spojitém spektru světla), které vznikají při pohlcování záření látkou
- rozdělení absorpčního spektra:
 - Čárové spektrum
 - Pásové spektrum
- na rozdíl od emisních spekter nemusíme vzorek látky rozžhavit na velmi vysokou teplotu-
sloučíme-li emisní a absorpční spektrum stejné látky, získáme spektrum spojitě

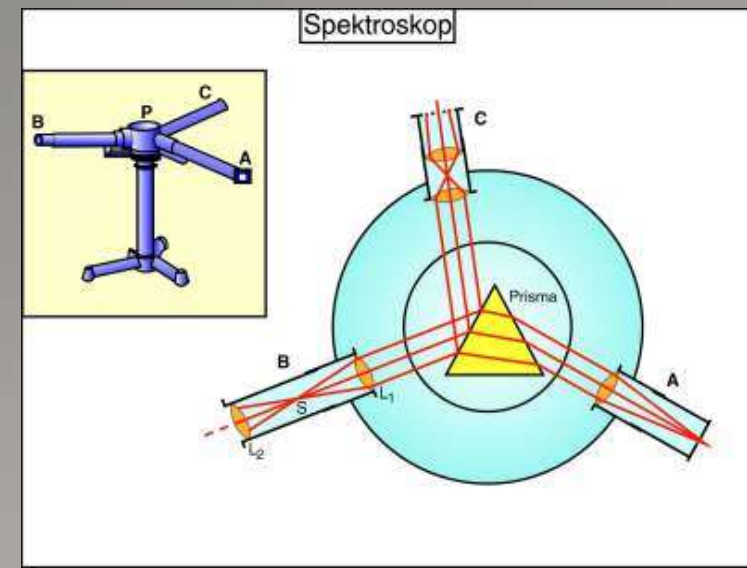
SPEKTRUM SLUNEČNÍHO ZÁŘENÍ

- obsahuje velké množství absorpčních čar (kolem 20 000)
- Fraunhoferovy čáry
 - Temné čáry ve spektru slunečního záření, které vznikají absorpcí slunečního záření určitých vlnových délek při jeho průchodu chromosférou Slunce a atmosférou Země.



SPEKTRÁLNÍ ANALÝZA

- metoda studia chemického složení látek, která je založena na poznatku, že poloha čar ve spektru
- umožňuje přesně určit obsah chemických prvků ve zkoumané látce
 - zjišťuje vlnové délky světla, které vyzařuje určitý zdroj.
 - používá: spektroskop rozloží složené světlo na jednotlivé barvy



- Alcolaser

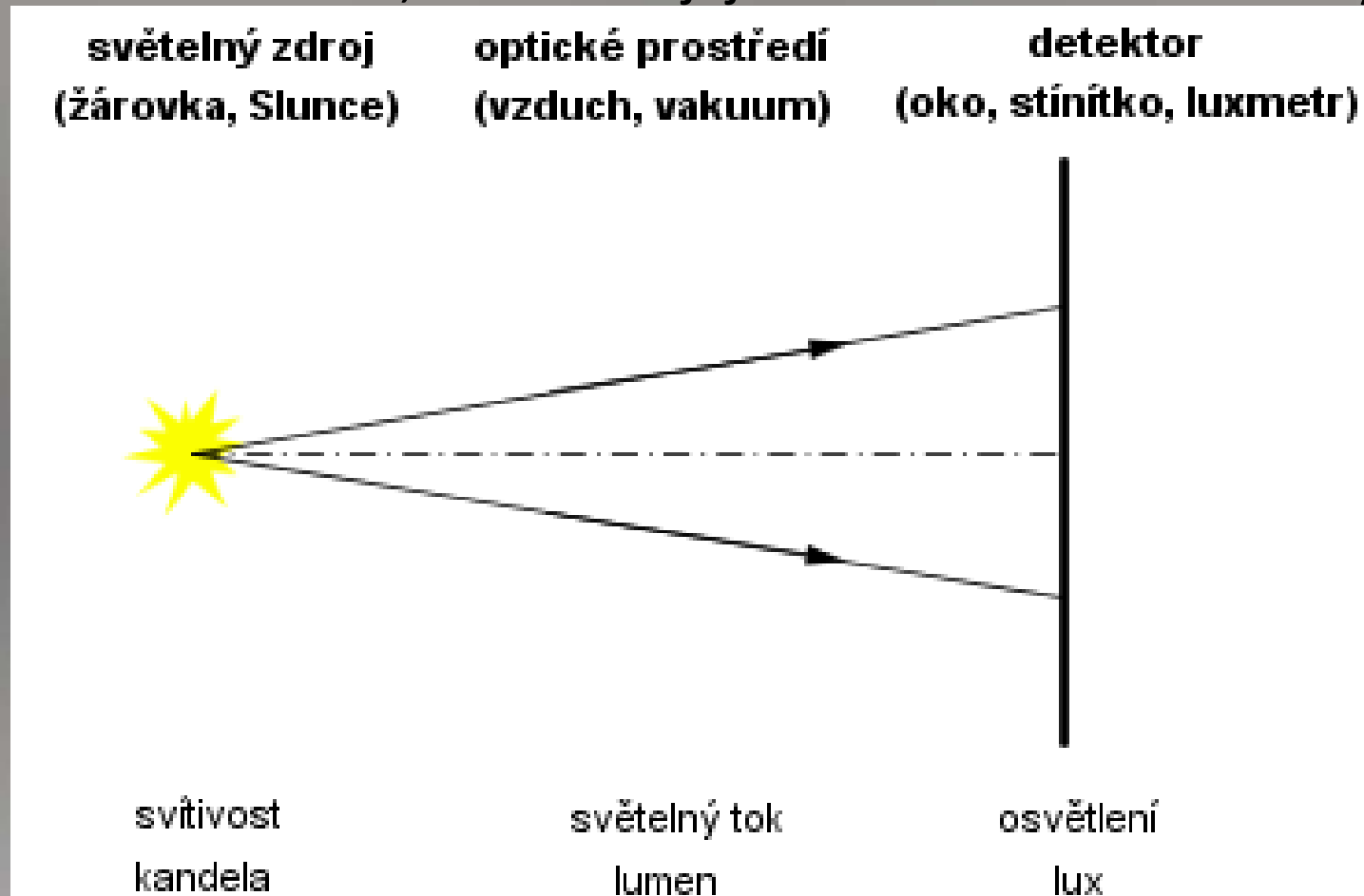
- Jde o zařízení, které dokáže laserovým paprskem zjistit přítomnost alkoholových výparů v jedoucím autě.
- Policisté namíří s tímto ručním přístrojem na auto a zjistí se až na vzdálenost 70 metrů, zda jsou v něm výpary alkoholu
- Laser pozná v autě jedoucím do 120 km/h i jedno vypité pivo.
- Preventivní zařízení nyní testují v Anglii, a slibují si, že jej budou montovat výrobci přímo do aut. Tento druh zařízení při zjištění alkoholu u řidiče zablokuje startování vozu a řidič neodjede.



Fotometrie

Veličiny, popisující světlo

- Fotometrie je část optiky, která zkoumá světlo z hlediska jeho působení na zrakový orgán. Veličiny, které určují velikost tohoto působení na lidské oko, se označují jako fotometrické veličiny.



Fotometrické veličiny

- **Svítivost** I je světelná energie, kterou vysílá zdroj. Je to světelná energie, kterou vysílá zdroj do celého prostoru.
 - Jednotkou svítivosti $[I] = \text{cd}$ (candela) – je to základní jednotka SI, původně odvozena jako svítivost jedné svíčky.
 - 100 W žárovka má cca 200 cd
- **Světelný tok** Φ je světelná energie do určitého prostorového úhlu. $[\Phi] = \text{lm}$ (lumen)
 - 1 lm je světelný tok, který vyzařuje ze všesměrového světelného zdroje o svítivosti 1 cd do prostorového úhlu 1 sr (steradián) - $1 \text{ cd} = 4\pi \text{ lm}$

$$E = \frac{I}{r^2}$$

- **Osvětlení** E je světelný tok na jednotku plochy; když paprsky dopadají na plochu kolmo, je kolmé osvětlení. $[E] = \text{lx}$ (lux).
 - Plocha má osvětlení 1 lx, dopadá-li na každý 1 m² plochy rovnoměrně rozprostřený světelný tok 1 lm. Osvětlení slábne se čtvercem vzdálenosti od zdroje.

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta S}$$

Hygiena osvětlování

- Proces vidění je umožněn světločivými elementy, které se nacházejí na sítnici oka. Citlivost lidského oka na vlnové délce se pohybuje v rozmezí od 10^{-7} luxů do 10^5 luxů, jeho schopnost adaptace na různou intenzitu osvětlení je velmi rozsáhlá.
- Veškeré změny intenzity osvětlení při práci působí na člověka velmi rušivě, často vedou ke změně pracovního rytmu a dokonce i ke krátkodobému přerušování práce. Prostorové vidění se při nízké intenzitě osvětlení sníží a může i úplně vymizet.
- Základní podmínkou dobrého vidění a bezpečné práce je dobré osvětlení pracoviště. Zásady správného osvětlení:
 - světlo nesmí oslňovat
 - rozhraní mezi stínem a světlem musí být plynulé
 - nesmíme si při práci stínit

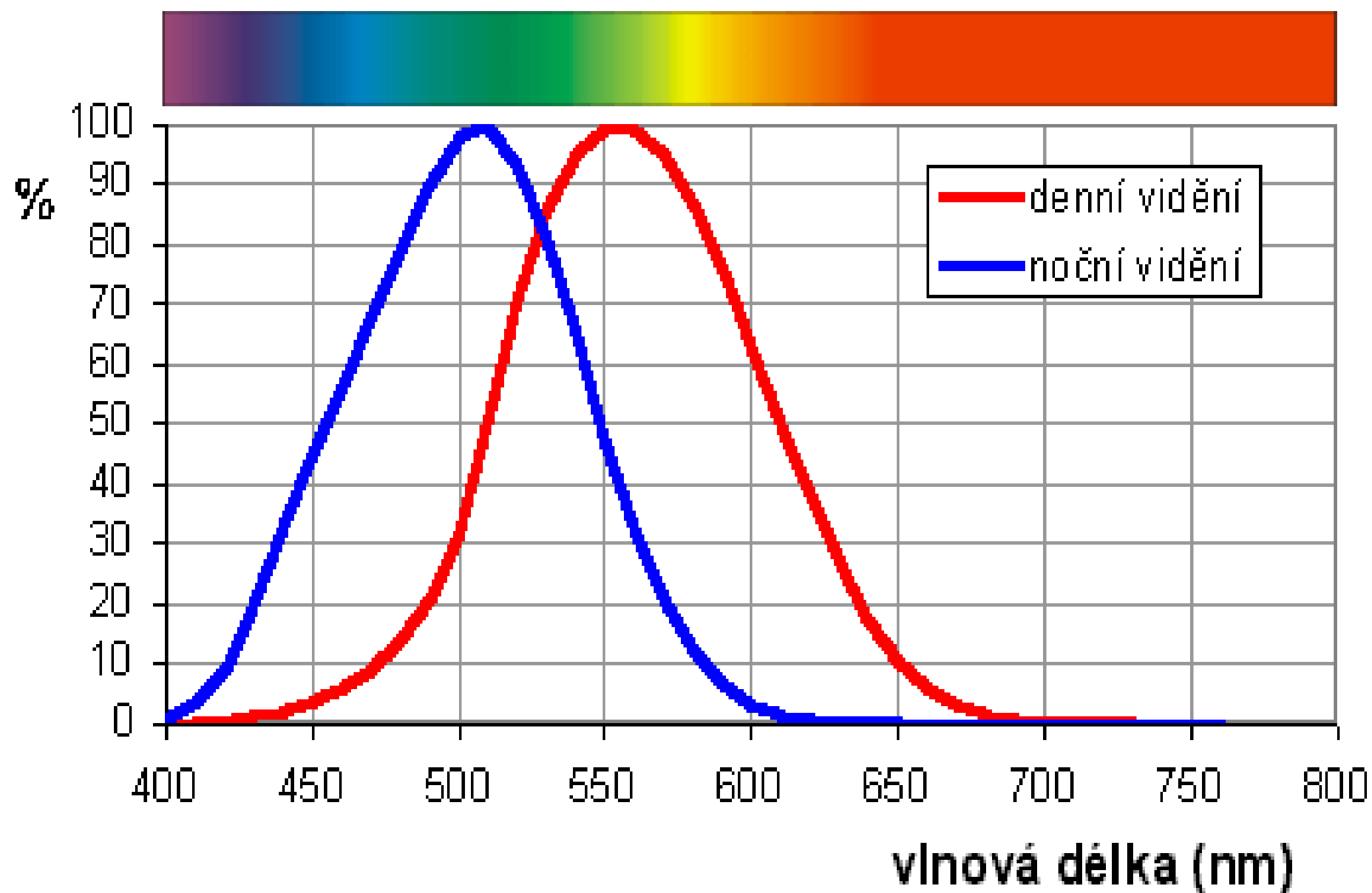
Vhodné osvětlení

Prostor	E [lx]	Prostor	E [lx]
rtg. ošetřovny	1	Sklep, půda, schodiště	30
promítání diapozitivů, filmů	10	předsíň, prádelna, toaleta	60
toalety, kina	60	ložnice, koupelna	120
hlediště divadel, šatny, umývárny	120	dětský pokoj, obývací pokoj	150
tělocvičny	200	kuchyň, jídelna	250
konferenční místnosti, knihovny	250	místo pro zrakově náročné práce	500
posluchárny, studovny, účtárny	500	operační stoly	5000
rýsovný, výzkumné laboratoře	1000	operační pole	25000
přímé sluneční osvětlení v poledne v létě	10^5	přímé sluneční osvětlení v poledne v zimě	10^4

Barvy a osvětlení

- Teplé barvy (červená, oranžová, žlutá) vyvolávají dojem tepla, zvyšují činnost vegetativního systému organismu, povzbuzují až vzrušují, vhodné do prostoru, kde je malá fyzická zátěž člověka a kde je relativně krátká doba pobytu.
- Studené barvy (modrá modrozelená, zelená) vzbuzují dojem chladu, snižují činnost vegetativního systému organismu, uklidňují, poskytují úlevu zraku, podporují soustředění, vhodné do prostoru s vyšší teplotou, kde je vyšší fyzická námaha člověka a doba pobytu poměrně dlouhá.
- Čitelnost a rozeznávání určitých detailů se zlepší, nachází-li se jejich barva v určitém kontrastu k barvě pozadí. Pro zrakově náročné práce jsou vhodné pastelově zelené odstíny, na desky stolů, zástěny, stěny; zeleným pozadím se zvýší rychlost čtení textu nebo rozeznávané detaily. Nejméně vhodná je žlutá.

Relativní světelná účinnost monochromatického záření (citlivost lidského oka)



HLAVNÍ ZDROJE UMĚLÉHO OSVĚTLENÍ

- Klasický zdroj osvětlení představují stále žárovky. Jsou nejznámější, nejrozšířenější, ale nejméně hospodárné. Na světlo se totiž přemění pouze 3 až 5 % vložené elektrické energie (podle konstrukce žárovky), zbytek je ztrátové teplo.
 - Výhodou je nízká pořizovací cena a spojitě spektrum vyzařovaného světla, umožňující velmi dobré podání barev. Nevýhodou je krátká životnost (cca 500 až 1 000 h). Pracují na principu ohřevu wolframového vlákna ve vakuu, čím vyšší je teplota, tím bělejší je světlo.
- Halogenové žárovky jsou zvláštním typem žárovek. Vyznačují se zvýšenou hodnotou měrného výkonu. Mají asi o 15 % vyšší světelný tok, vydrží 1500 až 2000 h, jsou však až desetkrát dražší než běžná žárovka.
 - V halogenové žárovce probíhá chemický cyklus, při kterém se odpařený wolfram z vlákna slučuje s halogeny, které tvoří náplň žárovky.
- Zářivky jsou nízkotlaké rtuťové výbojky. Rtuťový nízkotlaký výboj, zažítý předřadníkem, je zdrojem UV záření, které se ve vrstvě luminoforu, kterým je trubice zářivky pokryta, mění na bílé nebo denní světlo. Je to dnes velmi rozšířená široká skupina světelných zdrojů.
 - Jsou mnohem hospodárnější než žárovky, na světlo se přemění asi 25 % vložené energie. Na rozdíl od žárovek nevyzařují teplo, proto se označují za studené zdroje.